

АВТОНОМНИЙ БІОЕНЕРГЕТИЧНИЙ ЦЕНТР
ДЛЯ ВИРОБЛЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ТА ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ Й
ОТРИМАННЯ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ ІЗ ВІДХОДІВ СІЛЬСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА

М.Г. Зінченко

доцент, к.т.н.

професор, НТУ «ХПІ»,
м. Харків

С.О. Кравченко

к.т.н.

с.н.с., НТУ «ХПІ»,
м. Харків

О.А. Тинда

аспірант, НТУ «ХПІ»,
м. Харків

Загострення екологічних проблем, зменшення запасів непоновлюваних енергоресурсів, зростання цін на них зумовили глобальний інтерес до розробки і використання методів біоконверсії органічних відходів промисловості, сільського, комунального господарства із здобуттям енергії. Одним з найбільш ефективних методів утилізації органічних відходів є їх біологічна конверсія (анаеробне зброджування), продуктами якої є біогаз – джерело енергії та зброджена маса з властивостями добрива.

Технологія анаеробного зброджування має наступні переваги:

- біогаз, що складається з метану (60-70%) та діоксиду вуглецю (40-30 %), має теплотворну здатність від 20 до 30 МДж/м³ залежно від вмісту CO₂; його можна з високою ефективністю використовувати як газоподібне паливо або за допомогою газогенератора трансформувати в електричну і теплову види енергії в двигунах внутрішнього згорання;
- зброджувана маса містить біогенні елементи (азот, фосфор, калій) і може використовуватися в якості органічного добрива;
- створення біогазових установок через їхнє локальне розміщення поблизу підприємств і побутових приміщень не вимагає будівництва дорогих газопроводів.

Таким чином, технологія метанового зброджування дозволяє одночасно вирішити екологічну, енергетичну й агрохімічну проблеми сільськогосподарських підприємств.

В НТУ "ХПІ" довгий час проводились дослідження, спрямовані на інтенсифікацію процесу метанового зброджування, а також конструктивне оформлення технології. Результати роботи опубліковані більш ніж у 40 статтях і захищені 10 патентами України і Росії.

З використанням результатів досліджень у 1984 році була побудована біогазова установка "БІОГАЗ-301С" у м. Суми (спільна розробка НТУ «ХПІ» й ВАТ "НВО ім. М.В.Фрунзе") для переробки відходів свиноферми на 3000 голів тварин. Вона виробляла 450 м³ на добу біогазу, який утилізували у котельній з отриманням гарячої води

для потреб ферми. Установка стабільно експлуатувалася до 2000 року, доки не була ліквідована свиноферма.

З урахуванням накопиченого досвіду авторами був розроблений ряд інвестиційних пропозицій і проектів біогазових установок, зокрема:

- підготовлено ТЕО до інвестиційного проекту установки для переробки 50 т/добу гною великої рогатої худоби з виробленням 650 м³/добу біогазу в с. Ново-Мажарово Харківської області. Утилізація біогазу в когенераційній установці дасть можливість повністю забезпечити власні потреби установки в енергії;

- за замовленням сільськогосподарського коледжу провінції Онтаріо (Канада) виконано ТЕО до проекту установки для зброджування 30 м³/добу суміші свинячого й коров'ячого гною з переробкою біогазу в електричну енергію. У проекті передбачене додаткове очищення рідкої фракції збродженої маси до показників, що дозволяють використовувати її в системі видалення навозу (рН 7,57,6; зважені речовини-75100мг/л; ХПК30мг/л; БПК21мг/л);

- у 2003 році розроблений проект і побудована фермерська біогазова установка поблизу м. Лімассол (Кіпр).

У більшості працюючих біогазових установок та таких, що проектується, передбачено використання мезофільного (30-35°C) режиму метанового збродження відходів. Це обумовлюється прагненням до мінімізації витрат енергії для забезпечення процесу отримання біогазу. В той же час відомо, що термофільне зброджування (50-55°C) має вагомі переваги перед мезофільним, зокрема, більш глибоке розкладання органічної речовини стоків і, відповідно, більш високий вихід біогазу. Крім того, у цьому режимі здійснюється гарантоване знезараження відходів, зброджена маса відповідає санітарним вимогам за вмістом патогенної мікрофлори та може безпосередньо використовуватися як добриво. Проте підтримка термофільного режиму вимагає значних витрат палива, і це стримує будівництво БЕУ. Дійсно, як показує досвід експлуатації малих і середніх біогазових установок, продукційного біогазу не вистачає на обігрів метантенків у зимовий час. Що стосується великих БЕУ, то виконані нами розрахунки показали, зокрема, що при роботі у складі когенераційної установки двох газопоршневих двигунів типа ГДГ 500/1000 за рахунок утилізації тепла вихлопних газів і охолоджуючої рідини виробляється 1100 кВт теплової енергії, з якої для попереднього підігріву біомаси та підтримання роботи метантенків в термофільному режимі витрачається 957 кВт. Залишок 143 кВт теплової енергії може бути використано для побутових та інших виробничих потреб. Аналіз енергоспоживання установки показав, що для забезпечення технологічного обладнання та побутових потреб обслуговуючого персоналу буде потрібно близько 200 кВт електричної енергії.

З 1000 кВт електричної енергії, що виробляється двома газовими двигунами внутрішнього згорання ГДГ 500/1000, 800 кВт може бути продано як товар.

Очевидно, що з точки зору екологічної та економічної ефективності найбільш доцільне впровадження біогазових установок на великих тваринницьких комплексах. Виходячи з цього, нами були розроблені інвестиційні пропозиції по створенню біоенергетичного комплексу для свиноферми з поголів'ям 60000 тварин.

Схему роботи біокомплексу наведено на рисунку.

В якості основних вихідних положень прийнято, що зброджування відходів проводиться в термофільному режимі. Продукційний біогаз очищається, доводиться до робочих параметрів і як моторне паливо подається в двигуни внутрішнього згорання. Тверда фракція перебродженої біомаси, що має властивості органічного добрива, потрапляє в місцеві сільгосппідприємства.



Рисунок – Схема роботи біокомплексу по утилізації відходів свиноферми.

Вибір технічних характеристик обладнання та агрегатів енергетичного комплексу зроблено із розрахунку, що щодобовий вихід рідинних стоків складає 460 м³, а продукційна електроенергія передається в електричну мережу. Вироблене тепло частково використовується для забезпечення температурного режиму зброджування відходів, а його надлишок – для забезпечення температурного режиму утримання тварин.

Енергетичний комплекс працює наступним чином.

З приміщення свиноферми гідрозмивом гній потрапляє у збірник, звідки за допомогою відцентрового насоса через пастку

подається в підігрівач об'ємом 153,3 м³. (В схемі передбачено 3 підігрівача, що заповнюються по черзі). В підігрівачі гній витримується при періодичному перемішуванні протягом 8-9 годин та підігрівається до температури ферментації $52 \pm 2^{\circ}\text{C}$, після чого подається в метантенк об'ємом 500 м³, в якому підтримується такий же температурний режим. (В схемі передбачено 8 метантенків, що заповнюються по черзі). В метантенку біомаса знаходиться вісім діб. Вивантаження збродженої маси здійснюється через спеціальний переливний пристрій в збірник – аератор. В аераторі відбувається насичення маси киснем з метою припинення життєдіяльності анаеробної мікрофлори та покращення санітарно-гігієнічних показників стоків. Далі з аератора відферментована маса самопливом подається в центрифугу, де розділяється на фракції. Зневоднений шлам по спеціальному каналу за допомогою шнекового транспортера подається на відвантаження, а рідка фракція по трубопроводу за допомогою відцентрового насоса подається в збірник рідкої фракції, звідки насосом викидається на поля в якості рідкого добрива. При відповідному доочищенні рідка фракція може бути повторно використана для гідрозмиву в приміщенні свиноферми.

Утворений біогаз з метантенка через фільтр попереднього очищення відводиться в газгольдер, з якого за допомогою газового компресора потрапляє в газосховище. З газосховища через знижуючий редуктор біогаз подається в газовий мотор-генератор.

До теперішнього часу в Україні будівництво подібних біокомплексів не відбувалося. Більшість існуючих крупних тваринницьких ферм скидають величезні об'єми необроблених стоків у відкриті сховища, чим завдають невиправної шкоди довкіллю. Розроблені в даному проекті технічні пропозиції дозволяють вирішити природоохоронні, агрономічні та енергетичні завдання сільгосппідприємств.

Когенераційні комплекси, що використовують біогаз в якості моторного палива для газових двигунів внутрішнього згорання, забезпечують енергонезалежність крупних сільськогосподарських підприємств, дозволяють суттєво знизити собівартість їх продукції за рахунок використання в виробничому циклі дешевої електричної та теплової енергії.